




PROCESSING OF ALUMINIDE-COATED NICKEL-BASE SUPERALLOYS

Patent number: DE1948031
Publication date: 1970-04-23
Inventor: HERBERT BOONE DONALD; PATRICK SULLIVAN
CORNELIUS; HENRY WELLS CLIFFORD
Applicant: UNITED AIRCRAFT CORP
Classification:
- **International:** C22F1/00
- **European:** C23C10/60
Application number: DE19691948031 19690923
Priority number(s): US19680765777 19681008

Also published as:

 US3595712 (A1)
 GB1266241 (A)
 FR2020132 (A1)

Report a data error here

Abstract not available for DE1948031

Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

**Offenlegungsschrift 1948031**

Aktenzeichen: P 19 48 031.0

Anmeldetag: 23. September 1969Offenlegungstag: 23. April 1970

Ausstellungspriorität: ---

Unionspriorität

Datum: 8. Oktober 1968

Land: V. St. v. Amerika

Aktenzeichen: 765777

Bezeichnung: Verbessertes Verfahren zur Behandlung von Superlegierungen, die mit einem aluminiumhaltigen Überzug versehen sind

Zusatz zu: —

Ausscheidung aus: —

Anmelder: United Aircraft Corp., East Hartford, Conn. (V. St. A.)

Vertreter: Nielsch, Dipl.-Chem. Dr. rer. nat. Walter, Patentanwalt,
2000 HamburgAls Erfinder benannt: Boone, Donald Herbert, North Haven;
Sullivan, Cornelius Patrick, Branford; Wells, Clifford Henry,
Clinton; Conn. (V. St. A.)

Benachrichtigung gemäß Art. 7 § 1 Abs. 2 Nr. 1 d. Ges. v. 4. 9. 1967 (BGBl. I S. 960): —
Prüfungsantrag gemäß § 28 b PatG ist gestellt

DT 1948031

United Aircraft Corporation
400 Main Street
East Hartford
Connecticut 06108
U.S.A.

1948031

DR. WALTER NIELSCH
Patentanwalt
2 Hamburg 70
Schloßstraße 112 · Postfach 10914
Fernruf: 652 97 07

VERBESSERTES VERFAHREN ZUR BEHANDLUNG VON SUPERLEGIERUNGEN DIE
MIT EINEM ALUMINIUMHALTIGEN UEBERZUG VERSEHEN SIND.

Priorität USA 765.777
Patentanmeldung vom 8 Oktober 1968

Die vorliegende Erfindung befasst sich generell mit Ueberzügen, die den hohen Temperaturen und der Oxydation widerstehen, im besondern mit den aluminiumhaltigen Ueberzügen die auf die Superlegierungen aufgebracht werden. Das Verfahren ist im besondern anwendbar auf die Behandlung der überzogenen Gasturbinen Motorenteile aus Superlegierungen auf Basis von Nickel.

Die erhöhte Widerstandskraft der Superlegierungen für Gasturbinen Motoren wurde meistens nur auf Kosten des Oxydationswiderstandes erlangt. Die aluminiumhaltigen Ueberzüge wurden entwickelt um die so geschützten Legierungen bei höheren Temperaturen anwenden zu können.

Die aluminiumhaltigen Ueberzüge schützen die Legierungen durch intermetallische Verbindungen vom Aluminium, die ihrerseits durch eine Schicht von Aluminiumoxyd geschützt sind, das durch eine Oxydation des Ueberzuges bei hohen Temperaturen gebildet wurde. Allmählich geht das Oxyd durch erosive Zerstückelung verloren, aber eine Wideoxydation stellt den Schutz wieder her. So bleibt die Unterschicht so lange geschützt wie genügend Aluminium im Ueberzug vorhanden ist um die Oxydation zum Aluminiumoxyd zu gewährleisten. Die Schutzeigenschaft des Ueberzuges ist somit eine Funktion des Aluminium-Gehaltes, je höher der Aluminium-Gehalt um so länger die Lebensdauer der Verbindung in Bezug auf den

009817/1346

BAD ORIGINAL

progressiven Oxydations-Erosions-Reoxydations-Mechanismus.

Der typische aluminiumhaltige Ueberzug kann auf verschiedenen Wegen hergestellt werden, aber die bestbekanntesten Methoden sind jene der Diffusion aus der Zementbrühe oder die der Blockzementierung. In einer typischen Zementbrühenmethode, angewandt auf eine Grundsicht von Udimet 700, wird eine Mischung von Aluminium und Silicon Puder in einem Verhältnis von 9 zu 1 in einem zellulose Azetatträger suspendiert und auf die mechanisch aufgerauhte Oberfläche eines geformten und in der Hitze behandelten Artikels aufgesprüht. Nach Verflüchtigung des Trägermaterials und Reaktion der Mischung mit der Grundsicht, zu der das Ganze einige Minuten einer erhöhten Temperatur unterworfen wird, wird der Artikel folgendermassen in der Hitze behandelt: Diffusion bei 1079.5°C (1975°F) während 4 Stunden; und 843°C (1550°F) während 24 Stunden; und 760°C (1400°F) während 16 Stunden.

In einer typischen Blockzementierungsmethode wird der gewünschte aluminiumhaltige Ueberzug dadurch gebildet, dass die Teile in einen Block aus 15% Aluminiumpuder, 3% Ammoniumchlorid und 82% Aluminiumoxyd getaucht werden und das Ganze auf eine Temperatur von ungefähr 982°C (1800°F) gebracht wird.

Beide Mechanismen bestehen hauptsächlich in der Diffusion von Aluminium in die Grundsicht. Obschon die gebildete Schutzschichtverbindung die strukturellen Eigenschaften und die Zusammensetzung der Grundlegierung aufweist, so zeigt eine mikrostrukturelle Untersuchung einer grossen Zahl von überzogenen Grundsichtsystemen, dass die meisten, wenn nicht alle aluminiumhaltigen Ueberzüge auf Superlegierungen auf Nickelbasis, durch ähnliche Mechanismen hergestellt werden und ihre Schutzseigenschaften gleich ausüben, gleich nach welcher Methode sie hergestellt wurden.

Die Erfahrung hat gezeigt, dass Getriebene Plechiräder als typische Beispiele sind, d.h., die häufigsten sind der wichtigste Faktor in der Bestimmung der Lebensdauer der getriebenen Verbindung. In den meisten Fällen zeigen sich die ersten Ermüdungserscheinungen auf der Oberfläche und somit

009817/133

BAD ORIGINAL

müssen die Oberflächeneigenschaften verbessert werden um eine maximale Leistung zu gewährleisten. Der Ermüdungswiderstand der überzogenen Verbindung steht in direkter Beziehung mit den Eigenschaften des Ueberzuges. Im überzogenen Udimet 700 System, das viel für Gasturbinenblätter gebraucht wird, ist der die Integrität am meisten bestimmende Faktor oft die Ermüdung durch Beanspruchung bei der Beschleunigung und Abbremsung des Motors. Eine Untersuchung der isothermen Ermüdung, bei kleinem Wechsel bei Temperaturen zwischen 21.1°C (70°F) und 927°C (1700°F) hat gezeigt, dass die Risse in der Tat zuerst auf der äusseren Oberfläche oder in dem Ueberzug, der natürlich in Zusammensetzung und Struktur von der Grundschrift verschieden ist, auftreten.

In diesem besonderen Ueberzug-Grundschriftsystem, das typisch für ein konventionelles Aluminide-Superlegierungssystem ist, umfasst der aluminiumhaltige Ueberzug eine polykristalline Matrix mit hohem Aluminium-Gehalt (β NiAl Phase) durchsetzt mit einer Anzahl sekundärer Phasen. Diese β Aluminide-Phase mit einem Aluminium-Gehalt zwischen 30-40 Gewichtsprozenten Aluminium ist gekennzeichnet, durch eine niedrige Leitfähigkeit bei Temperaturen unter 816°C (1500°F) und wird somit schnell rissig. Diese niedrige Leitfähigkeit ist eine Funktion des hohen Aluminium-Gehaltes und zieht eine hohe Uebergangstemperatur sprödeleitend nach sich, die normalerweise über der geplanten kritischen Beanspruchung der Verbindung liegt.

Des weiteren wird durch Aufbringen des Ueberzuges die Zusammensetzung des Substrates nahe des Ueberzuges verändert, durch Entziehung von Spezies durch Diffusion in den Ueberzug. Im Falle einer typischen Superlegierung auf Basis von Nickel, findet eine Bereicherung an Kobalt und Chrom statt und eine nachfolgende Behandlung in der Hitze oder das Arbeiten des Motors zieht einen Niederschlag einer ungewünschten Sigma (σ) Phase auf der Grundschriftoberfläche nach sich.

Die vorliegende Erfindung hat sich als Ziel gesetzt die Ermüdungseigenschaften von aluminiumhaltigen Ueberzügen und von überzogenen Artikeln zu verbessern, besonders in ihrer Anwendung auf Superlegierungen auf Nickelbasis und auf die daraus herge-

stellten Gasturbinen Motorenteile.

Die vorhergehenden und andere Ziele der Erfindung werden erreicht durch Veränderung der Zusammensetzung und/oder der Struktur des Ueberzuges, besonders durch die Bildung von einer grösseren Anzahl optimaler Typen, Anzahl und Verteilung der verschiedenen Phasen in dem Ueberzug und/oder durch Verminderung der schädlichen Phasen. Im Gegensatz zu den üblichen Methoden wird die Behandlung so ausgeführt, dass der lokale Aluminium-Gehalt in dem Ueberzug herabgesetzt wird, wodurch eine Verminderung der spröden Aluminide-Phasen, und/oder eine Bildung einer leitfähigen Ni_3Al & Korngrenzschicht-Phase, und eine bessere Verteilung der sekundären Phase in der Struktur erreicht wird. Zu einer weiteren Verbesserung wird die Grundsichtoberfläche vor dem Auftragen des Ueberzuges mechanisch gereinigt um so eine Oberflächenrauheit unterhalb von 28.5 microns/cm (65 microns/inch) zu erhalten.

Die vorgezogene Behandlung umfasst eine Zwischenbehandlung bei hohen Temperaturen zwischen dem Auftragen des Ueberzuges und der Behandlung in der Hitze zur Niederschlagung des Substrates, diese Zwischenbehandlung in der Hitze wird in einem Temperaturbereich ausgeführt, in welchem die Sigma oder andere nachteilige Phasen nicht stabil sind.

Diese Behandlung in der Hitze zieht eine vorteilhafte Homogenisierung des Aluminides und der sekundären Phasen in dem Ueberzug und eine Herabsetzung des lokalen Aluminium-Gehaltes in dem Ueberzug nach sich. Das besondere Temperaturniveau dieser Zwischenbehandlung in der Hitze oder das Ausglühen bei hoher Temperatur ist eine Funktion der Zusammensetzung der Grundsicht der Arbeitsumgebung des geschützten Artikels und fällt zusammen mit dem Zersetzungstemperaturbereich der Grundsicht. Dies bewirkt einen zweiten wirtschaftlichen Vorteil der Methode da, im Gegensatz zu den konventionellen Ueberzugsmethoden, in welchen die Schutzschicht oft auf den ganz in der Hitze behandelten Artikel aufgetragen wird, die vorliegende Erfindung eine Methode zur Herstellung von verbesserten Ueberzügen auf den gegossenen, geschmiedeten oder mechanisch behandelten Artikeln enthält, und

die vorhergehenden Behandlungen der ungeschützten Grundsicht in der Hitze können weggelassen werden.

Die vorliegende Methode umfasst also das Ueberziehen einer Grundsicht mit oder ohne vorherige Behandlung in der Hitze, sie umfasst normalerweise, aber nicht notwendigerweise, die normale kurze Behandlung in der Hitze zum Ansetzen des Ueberzuges; ein Ausglühen in der Hitze bei der Zersetzungstemperatur der Grundsicht; und eine Behandlung zur Niederschlagung in der Hitze.

Eine besonders bevorzugte Ueberzugsmethode für Udimet 700, die das Zwischenausglühen bei hoher Temperatur umfasst, wird somit: Auftragen der Schutzschicht auf einer Grundsicht, eine Diffusionsbehandlung in der Hitze bei 1079.5°C (1975°F) während 4 Stunden; eine Zwischenbehandlung in der Hitze bei 1171°C (2140°F) während 4 Stunden; Luftkühlung bei 1079.5°C (1975°F) während 4 Stunden; Luftkühlung bei 843°C (1550°F) während 24 Stunden; Luftkühlung bei 760°C (1400°F) während 16 Stunden; und Luftkühlung.

Bei Anwendung auf die Legierung MAR M200 setzt sich die bevorzugte Methode zusammen aus: Auftragen der Schutzschicht auf eine annehmbare Grundsicht, Diffusionsbehandlung in der Hitze bei 1079.5°C (1975°F) während 4 Stunden; Zwischenbehandlung in der Hitze bei 1204°C (2200°F) während 2 Stunden; Luftkühlung bei 871°C (1600°F) während 32 Stunden; und Luftkühlung.

Die Zeichnung ist eine graphische Darstellung der Resultate der Versuche zur Feststellung der Ermüdungseigenschaften von gehämmertem Udimet 700 bei niedrigen Wechsellasten bei 927°C (1700°F) und zu welchen das Udimet 700 verschiedenartig behandelt wurde.

Die hierin gebrauchte Bezeichnung Superlegierung auf Nickelbasis bezieht sich auf jene vielphasigen Legierungen des $\gamma - \gamma'$ Types, charakterisiert durch eine hohe Widerstandskraft in den Temperaturbereichen von 871°C (1600°F) - 1149°C (2100°F) oder höher. Einige der im Handel erhältlichen Legierungen dieses Typs sind unten aufgezeichnet.

Tafel I

<u>Bezeichnung</u>	<u>Nominale Zusammensetzung (Gewichtsprozent)</u>
Udimet 700	15% Cr, 18.5% Co, 3.3% Ti, 4.3% Al, 5% Mo, 0.07% C, 0.03% B, Rest Ni
MAR M200	9% Cr, 10% Co, 2% Ti, 5% Al, 12.5% W, 1% Co, 0.15% C, 0.015% B, 0.05% Zr, Rest Ni
IN-100	10% Cr, 15% Co, 4.5% Ti, 5.5% Al, 3% Mo, 0.17% C, 0.75% V, 0.015% B, 0.075% Zr, Rest Ni
TRW 1800	13% Cr, 9% W, 1.5% Nb, 0.6% Ti, 6% Al, 0.07% B, 0.07% Zr, 0.09% C
MAR-M246	9% Cr, 1.5% Ta, 10% Co, 2.5% Mo, 10.0% W, 1.5% Ti, 5.5% Al, 0.15% C, 0.10% Mn, 0.015% B, 0.05% Zr

Die verschiedenen Methoden durch welche die aluminiumhaltigen Ueberzüge auf den Superlegierungen hergestellt wurden, umfassen Blockzementierung, Eintauchen in der Hitze, Zementbrühenmethode, Niederschlagung aus dem Dampf, Elektrolyse in geschmolzenem Salz, und Flammen- oder Plasmasprühung. Von diesen werden die Blockzementation und die Zementbrühenmethode am meisten gebraucht. Alle diese beschriebenen Methoden umfassen die Reaktion von Aluminium oder aluminiumreichen Materialien mit der Oberfläche der Legierungen der Grundsicht bei erhöhten Temperaturen, und die Schutzeigenschaften der so hergestellten aluminiumhaltigen Ueberzügen hängen alle von der Bildung einer äusseren Schicht Aluminiumoxyd ab, das durch Behandlung des Ueberzuges in einer oxydierenden Atmosphäre bei hoher Temperatur gebildet wird. Die spezifische Zusammensetzung des Ueberzuges, und weniger, die Morphologie der sekundären Phasen (Carbide, etc.) ändern sich etwas in Funktion der Zusammensetzung der Grundsicht durch Interdiffusion der Spezies während dem Ueberzugsprozess. Diese Änderungen in der Mikrostruktur und der Zusammensetzung verändern die Grundprinzipien des Schutzmechanismus der Ueberzüge nicht.

Es wurde gefunden, dass eine Veränderung in der Hitzebehandlung der überzogenen Superlegierungen auf Nickelbasis zu einer er-

höhten Rissbildung durch Ermüdung durch niedrige Wechsel führt, welches wie schon gesagt, ein unerwünschter Faktor für überzogene Gasturbinen Motorenteile ist, da es ihre Lebensdauer herabsetzt. Die neue Methode beschränkt sich primär auf die Herabsetzung des lokalen Aluminium-Gehaltes in dem Ueberzug. Durch die konventionellen Ueberzugsmethoden wurden lokale Aluminium-Gehalte von 30-40% erhalten, wohingegen in diesem Falle der Aluminium-Gehalt zwischen 20 und 25% liegt. In gewissem Sinn wird somit der Aluminium-Gehalt des Ueberzuges herabgesetzt. Dies bezieht sich hingegen nur auf den lokalen Aluminium-Gehalt, denn in Wirklichkeit befindet sich ungefähr dasselbe Volumen an Aluminium in dem Ueberzug welcher durch die vorliegende Methode hergestellt wird, aber es ist weit besser in dem Ueberzug verteilt.

Mit der Verminderung des lokalen Aluminium-Gehaltes der Legierung und der nachfolgenden Bildung einer kleinen aber wichtigen Menge von leitfähiger Ni_3Al γ' Aluminide-Phase, die die spröde β Phase umgibt, wird auch eine wichtige Veränderung der Korngrösse und der Morphologie in dem Ueberzug erreicht. Die Struktur wird homogener; feine sekundäre Phasen werden gelöst und die Korngrösse wird grösser. Des weiteren eliminiert oder aber reduziert die bevorzugte Methode die Segregation der Grundlegierung die durch metallographische Untersuchung der konventionell überzogenen Artikel festgestellt werden kann. Auch wird die Uebergangstemperatur spröde-leitfähig, des verbesserten Ueberzuges, zu einem weniger kritischen Temperaturbereich herabgesetzt.

Alle diese Vorteile der vorliegenden Erfindung werden primär durch eine Verbesserung der Behandlungen in der Hitze des überzogenen Artikels erhalten. Es wurde gefunden, dass die Widerstandskraft gegen das Rissigwerden durch Ermüdung durch kleine Wechsel von überzogenem Udimet 700 stark heraufgesetzt werden kann, durch die Behandlung in der Hitze. In diesem besonderen System, wurde gefunden, dass ein Ausglühen bei hoher Temperatur bei 1171°C (2140°F) während 4 Stunden, zwischen dem Ueberziehen und der Behandlung in der Hitze zur Niederschlagung der Grundschicht, eine grosse Verbesserung der Leitfähigkeit des Ueber-

zuges nach sich zog. Der Behandlungszyklus für Udimet 100 umfasst somit: ein Ueberzug der Legierung gefolgt von einer fakultativen Diffusionsbehandlung in der Hitze bei 1079.5°C (1975°F) während 4 Stunden; ein Ausglühen in der Hitze bei 1171°C (2140°F) während 4 Stunden; Behandlungen in der Hitze bei 1079.5°C (1975°F) während 4 Stunden, bei 843°C (1550°F) während 24 Stunden und bei 760°C (1400°F) während 16 Stunden.

In der Vergangenheit wurden die Ueberzüge in der Praxis auf das voll in der Hitze behandelte Blatt oder Propellerblatt aufgetragen. Dies bedingte natürlich, dass der Artikel vorher einem Behandlungszyklus in der Hitze unterworfen wurde. In Uebereinstimmung mit der vorliegenden Erfindung, ist es möglich, durch eine Ausglühung bei hoher Temperatur nach dem Ueberziehen, den Ueberzug und die Grundsicht gleichzeitig in der Hitze zu behandeln und daher können die vorhergehenden Behandlungen der Grundsicht weggelassen werden. Mit andern Worten, die Ueberzüge können auf die frisch gehämmerten behandelten oder geschmiedeten Blätter oder Propellerblätter aufgetragen werden. Nicht nur wird dadurch die Widerstandskraft gegen Ermüdungserscheinungen heraufgesetzt, sondern auch der ganze Behandlungszyklus wird sehr vereinfacht und die Herstellungskosten des überzogenen Artikels werden kleiner. In der Praxis der neuen Methode ist es generell möglich die Diffusionsbehandlung in der Hitze wegzulassen, die der normale Ueberziehungszyklus normalerweise umfasste, da die hohe Ausglühtemperatur gleichzeitig dazu dient den Ueberzug anzusetzen und den gewünschten Diffusionsmechanismus auszuführen.

Die Temperaturen, Zeiten und Sequenzen, die oben beschrieben wurden, sind natürlich nur repräsentativ und beschränken die Erfindung nicht, dies wird allen denen klar werden die mit dem Material vertraut sind. Diese Parameter wechseln von Legierung zu Legierung und sind primär einer Funktion der Grundsichtzusammensetzung, obschon auch andere Faktoren, wie der geplante Gebrauch, oft mit hineinbezogen werden. Im besondern ist die Behandlungszeit bei einer gewissen Temperatur am wenigsten spezifisch und ist das weniger kritische Element das mit hineinspielt. Die Zwischenbehandlung in der Hitze zwischen dem Ueber-

ziehen und der Behandlung in der Hitze zur Niederschlagung der Grundschrift, oder dem Ausglühen bei hoher Temperatur, werden normalerweise bei einer Temperatur ausgeführt werden die mit der Zersetzungstemperatur der Grundschrift übereinstimmt. Zersetzungstemperaturen für eine Anzahl von Superlegierungen auf Nickelbasis sind in der folgenden Tafel zusammengefasst.

Tafel II	
<u>Bezeichnung</u>	<u>Normale Zersetzungstemperatur °C (°F)</u>
Udimet 700	1149 - 1177 (2100 - 2150)
MAR-M200	1204 - 1221 (2200 - 2230)
IN-100	1171 (2150)
MAR-M246	1204 - 1232 (2200 - 2250)
TRW 1800	1204 - 1232 (2200 - 2250)
Nimonic 115	1190.5 (2175)
Udimet 710	1170 (2150)
Rene 41	1170 (2150)
TRW 1900	1204 - 1232 (2200 - 2250)

Zusammenfassend ist die Behandlungssequenz: ein Ueberziehen der Grundschrift; ein Ausglühen der überzogenen Grundschrift bei der Zersetzungstemperatur der Grundschrift; und Behandlung des überzogenen Artikels in der Hitze zur Niederschlagung der Grundschrift.

Wie es klar aus der Zeichnung hervorgeht, zieht die Befolgung der obengenannten Verfahren einen grösseren Widerstand gegen Rissbildung und demzufolge einen grösseren Widerstand gegen Ermüdungserscheinungen bei 927°C (1700°F) nach sich. Die Verbesserung im Vergleich zu den mit konventionellen Methoden überzogenen Metallartikeln ist um einen Faktor 3 bei 760°C (1400°F) und um einen Faktor von ungefähr 2 bei 927°C (1700°F). Die Knickungsgrenze des überzogenen Artikels wird durch die Anwendung dieser Methode fast nicht geändert.

Die Mehrzahl der experimentellen Artikel wurden bei 816°C (1500°F) getestet und die Ermüdungserscheinungen von verschiedenen Grundschriften verschiedener Dicken beim Biegen bei kleinem Wechsel und einer angewandten Kraft von einem Prozent gemessen. Die

Dimensionen des Ueberzuges variierten zwischen 0.00508-0.01270 cm (0.002-0.005 inches) und entsprachen den normalen Dimensionen die zum Schutz von Gasturbinenblättern und Propellerblättern verwendet werden. Eine zusammenfassende vergleichende Abschätzung der Eigenschaften solcher Artikel wird in Tafel III gezeigt.

Tafel III

<u>Grundsichtdicke</u> <u>cm (inch)</u>	<u>Anzahl der Wechsel bis zur Rissbildung</u>	
	<u>Konventionelle Methode</u>	<u>Neue Methode</u>
0.2032 (0.080)	1148 1154	2950
0.1016 (0.040)	538 680	1836

Aus der Zeichnung geht weiter hervor, dass, wenn die Oberfläche der Grundsicht behandelt wird und eine Oberflächenrauheit von weniger als 28.5 microns/cm (65 microns/inch) erhält, ein Ueberzug erhalten wird, dessen Widerstand gegen Rissbildung durch Ermüdung grösser ist.

Aus der vorhergehenden Beschreibung wird klar, dass durch die verbesserten Behandlungsmethoden dieser Erfindung die Lebensdauer von geschützten Superlegierungsartikeln verdoppelt oder verdreifacht werden kann. Aber durch diese Erfindung wird nicht nur das primäre Ziel erreicht, auch die Herstellungskosten von überzogenen Superlegierungsartikeln können herabgesetzt werden.

In der Zeichnung ist eine graphische Darstellung der Resultate für geschmiedete Udimet 700-Legierung bei 927° C dargestellt. Die senkrechte Koordinate umfaßt die Gesamtformänderung.

- Ziffer 1 stellt die Ergebnisse für unüberzogene Legierung dar.
 Ziffer 2 zeigt die Ergebnisse mit marktgängigem Aluminidüberzug.
 Ziffer 3 zeigt die Resultate mit Aluminidüberzug und Hochtemperatur-Anlaßbehandlung.
 Ziffer 4 zeigt die Ergebnisse mit Aluminidüberzug, Hochtemperatur-Anlaßbehandlung und glatter Substrateoberfläche.

Patentansprüche

1. Eine Methode zur Herstellung eines aluminumhaltigen Ueberzuges auf eine Superlegierungsgrundsicht auf Nickelbasis, gekennzeichnet, durch die Zusammenstellung der folgenden Stufen:

Ueberziehen der Grundsichtoberfläche mit einer aluminiumhaltigen Legierung;

Behandlung der überzogenen Grundsicht in der Hitze bei der Zersetzungstemperatur der Grundsicht;

und Behandlung der überzogenen Grundsicht bei der Niederschlagungstemperatur.

2. Methode nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass durch das Ausglühen der lokale Gehalt an Aluminium in dem Ueberzug herabgesetzt wird und dadurch die leitfähige $\text{Ni}_3\text{Al } \gamma'$ Phase des Aluminides in dem Ueberzug gebildet wird.

3. Methode nach den Patentansprüchen 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass der lokale Aluminiumgehalt ein Maximum von 25% nicht überschreitet.

4. Methode nach den Patentansprüchen 1 - 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Oberflächenrauheit der Superlegierungsgrundsicht vor dem Ueberziehen ein Maximum von 28.5 microns/cm (65 microns/inch) nicht überschreitet.

5. Methode nach den Patentansprüchen 1-4, um einen aluminiumhaltigen Ueberzug auf einem Gasturbinenartikel aus Superlegierung auf Nickelbasis zu erhalten, gekennzeichnet dadurch, dass

wenigstens ein Teil der Oberfläche des Artikels mit aluminiumhaltiger Legierung überzogen wird;

der Artikel in der Hitze bei der Zersetzungstemperatur der Grundsicht behandelt wird um den lokalen Aluminium-Gehalt in dem Ueberzug herabzusetzen und um eine leitfähige $\text{Ni}_3\text{Al } \gamma'$ Phase des Aluminides an der Korngrenze zu erhalten;

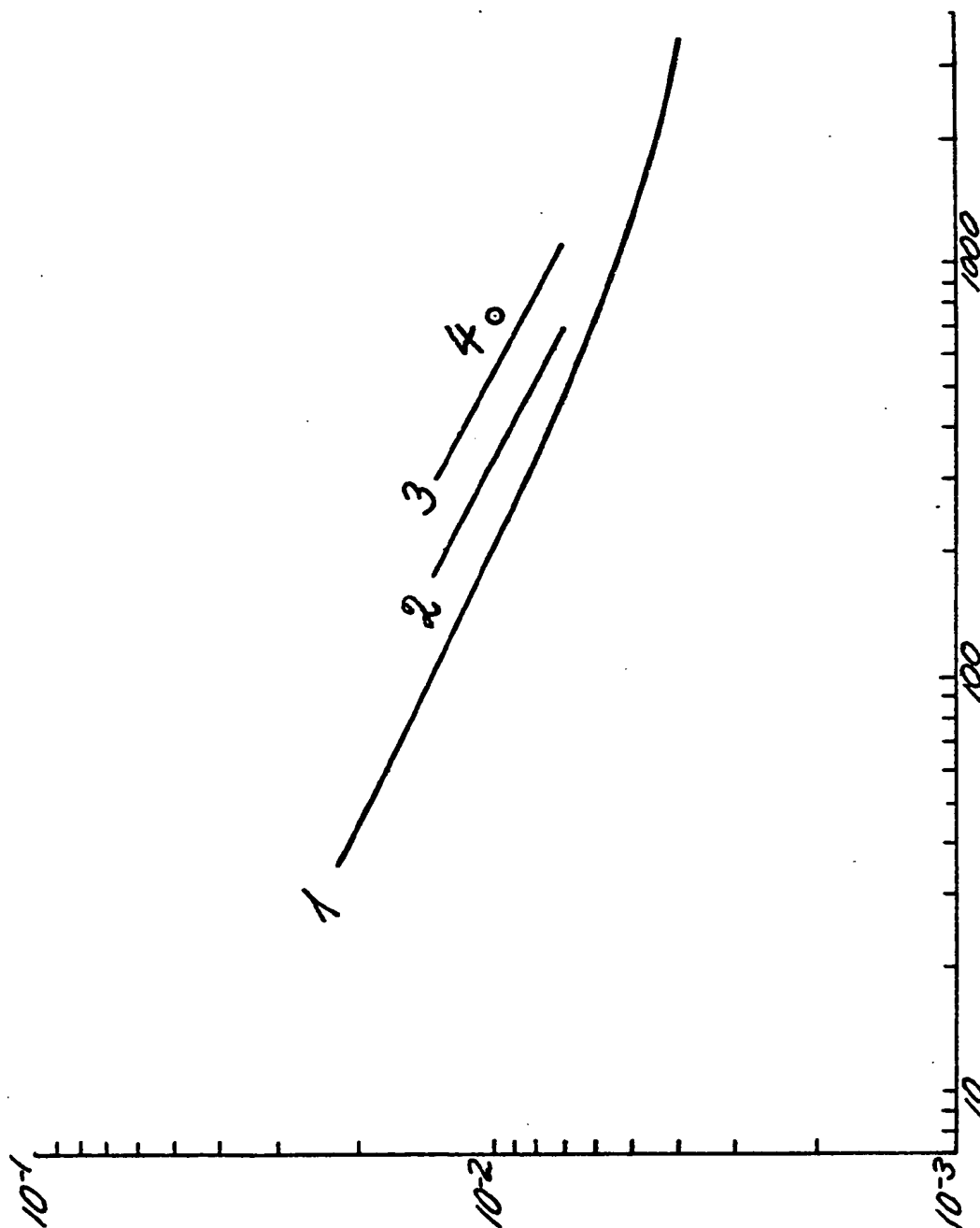
eine Behandlung in der Hitze zur Niederschlagung der Grundsicht folgt.

Leerseite

1948031

(52)	DT.KL	(22)	AT	(43)	OT
48b	1-08	23.9.1969		23.4.1970	

-13-



009817/1346

This Page is inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☒ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLORED OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning documents *will not* correct images problems checked, please do not report the problems to the IFW Image Problem Mailbox